

EXPERIENCIA INTERNACIONAL CON GEOTUBOS PARA DESECAR SUELOS CONTAMINADOS

JOSE LUIS CUENCA
DIRECTOR
TENCATE GEOSYNTHETICS IBERIA, S. L.

El sistema

Geotubos son sistemas geosintéticos especiales de confinamiento y filtrado usados para el desecado de sedimentos contaminados o no y también aguas residuales.

Diferentes volúmenes de sedimentos desde 5 a 1000 m³/h son asimilados con facilidad por el sistema de geotubos.

Diseñados, fabricados e instalados a medida del problema a solucionar.

Geotubos para desecados de pequeña a gran escala



El sistema

GEOTUBOS DE PP O PE TEJIDO
COSTURAS ESPECIALES
DURABILIDAD
MUY ALTA RESISTENCIA
CRITEROS DE FILTRACION Y
RETENCION ESPECIFICOS



El sistema

Polímeros (floculantes) son necesarios para la materia orgánica y las partículas finas.

Cada partícula está rodeada de agua. Partículas tienen una carga (+ o -) y reaccionan como imanes

El polímero introduce una carga opuesta y logra mantener las partículas unidas

El agua alrededor de cada partícula será parcialmente liberada

Este agua libre saldrá del geotubo.

Los sedimentos con cierta cantidad de agua remanente permanecerán dentro del geotubo.



El sistema

Como regla general, entre el 70 y el 80% del agua liberada del contacto con las partículas sólidas, sale al exterior del geotubo.

Los sólidos secos que se obtienen dependerán de muchos factores como el volumen de sólidos secos in situ, la cantidad de sedimentos, su edad, la presencia orgánica, el flujo, etc.

Al trabajar sin presión (la justa para evitar la sedimentación en las tuberías +/- 3 bar) se retienen más partículas que con los sistemas de desecado mecánicos donde el agua está sometida a presión = menos partículas en el agua efluente.



Aplicaciones

**Desecado de sedimentos:
remediación de áreas
contaminadas en mares,
puertos, embalses, ríos y
otros cursos de agua.**



**Procesamiento de minerales:
Cenizas volantes. Minería y
perforación.**



**Residuos agrícolas,
ganaderos e industriales.**

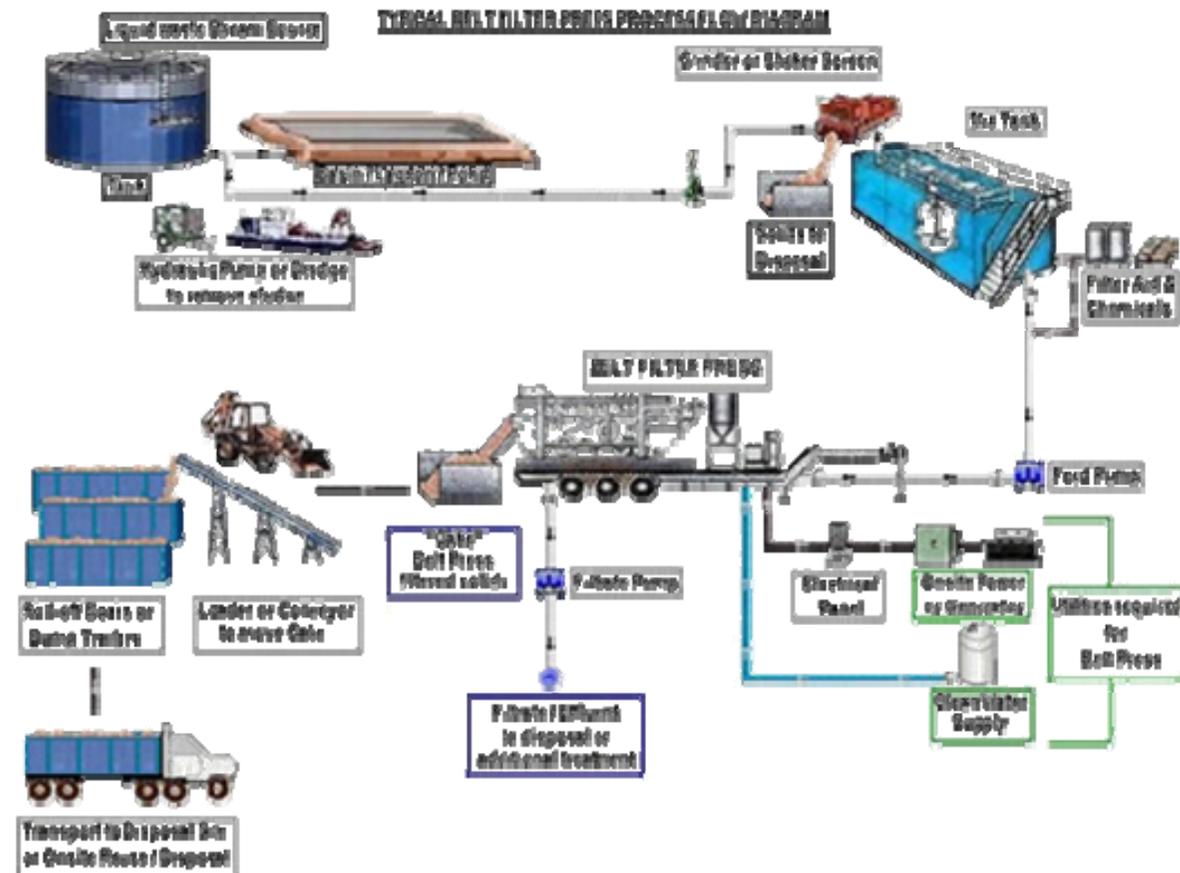
**Tratamiento de aguas
residuales industriales y
municipales.**



Alternativa más convencional

- Filtro-Prensa y/o centrífugas

- Consumen mucho tiempo
- Complicadas
- Energía y mano de obra intensiva
- Ruidos
- No resistente químicamente
- Elevada huella de carbono

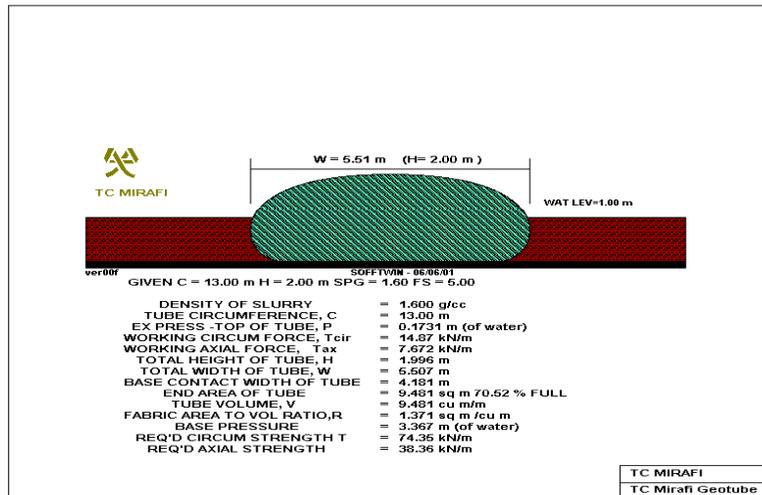


Beneficios

1. Alto volumen real de confinamiento.
2. Extraordinaria eficiencia en desecado y reducción de volumen.
3. Elevado porcentaje de retención. Efluente más limpio = mejor calidad del agua
4. Muy eficiente en costes.
5. Baja inversión al no requerir equipos especiales.
6. Mantenimiento mínimo y poco coste laboral.
7. Fabricación a medida del lugar específico.
8. Tecnología exitosa hace décadas.

El procedimiento

- Parámetros de partida
- Ensayos con polímeros
- Diseño especializado
- Ensayo a escala total.



El procedimiento

Parámetros importantes de partida

- Tipo de sedimento
- Volúmen y densidad del sedimento (m³)
- Peso específico de los sólidos en el sedimento
- Porcentaje de sólidos en el sedimento local
- Factor de Agrupación (Bulking Factor) del sedimento mientras se bombea.
- Porcentaje de sólidos durante el bombeo
- Objetivo de porcentaje de sólidos residual después del desecado.
- Bombeo:
 - m³/h
 - Horas por día
 - Días por año

El procedimiento: Ensayos con polímeros

Una manera rápida y fácil de evaluar el desagüe de lodos y la selección de polímero

La prueba Geotube® RDT (Rapid Dewatering Test) es una prueba rápida y fácil para determinar que tan bien una muestra de lodo desagua a través del geotextil GT 500. La prueba está diseñada para:

- Evaluar la eficiencia de los polímeros seleccionados
- Medir el volumen del líquido drenado del lodo
- Medir el tiempo requerido para la filtración
- Analizar la calidad del agua drenada

Paso 1

Mida 100ml de agua en las tazas en donde se diluirá la solución de polímero. Esto es normalmente una cantidad suficiente para conducir varias pruebas con 1 litro de lodo. Si el contenido de sólidos (por peso) es alto en la muestra del lodo, una dosis más elevada de polímero será requerida.



Paso 2

Diluya el polímero puro en soluciones de 1.0%, 0.5%, 0.2%, o 0.25%, añadiendo el polímero puro a las tazas de 100 ml con agua. Tablas de dilución están disponibles en TenCate Geotube. Se requiere de mezclado vigoroso o mezclado mecánico para incorporar el polímero puro a la solución. Si se está usando un mezclador manual eléctrico, mezcle únicamente 10-15 segundos. Permita asentarse a la solución por 15-20 minutos antes de añadir la solución de polímero a las muestras de lodo. Repita esta dilución con los otros polímeros que se están evaluando.



Paso 3

Ensamble el equipo de prueba RDT insertando una muestra de textil GT 500 de 9.5 cm de diámetro en el embudo plástico. Ensamble el embudo y coloque en la parte superior del vaso colector.



Paso 4

Llene un vaso de 500ml con el lodo a ser evaluado. Determine un punto de arranque para la dosificación del polímero en PPM y tome la cantidad del polímero requerido con una jeringa. Ejemplo: Empezar por 40 PPM. Si esta dosificación crea un buen floculo, pruebe con una dosis menor hasta que la dosis óptima sea determinada. Una tabla de dosis está disponible de TenCate Geotube. Añada la solución de polímero al lodo de 500ml y empiece a mezclar la muestra con dos vasos hasta que se forme un floculo.

Paso 5

Lentamente vacíe los 500ml de lodo acondicionado en el embudo RDT.

Paso 6

Usando un cronometro, tome el tiempo que le toma al agua para pasar a través del embudo. Mida el volumen desaguado a intervalos de 30 segundos hasta 5 minutos.

Paso 7

Examine la claridad y sólidos suspendidos del filtrado. Remueva el RDT del vaso y destornille la parte superior del embudo.

Lentamente remueva el geotextil Geotube® GT 500 del embudo plástico y recolecte el lodo desaguado. Examine como se despega la torta de la tela.

Repita este procedimiento con todos los polímeros a ser evaluados, para determinar el polímero más eficiente, en términos de tiempo de desagüe, volumen filtrado y claridad del filtrado.

Paso 8

Colecte una muestra del lodo desaguado. Realice una prueba de contenido de humedad para determinar el porcentaje de sólidos desaguados.

El procedimiento: Ensayos con polímeros

Método de ensayo
HANGING BAG
propuesto por ASTM
para determinar la
retención y flujo de
sólidos en
suspensión a través
del geotubo



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Reunir muestras del sedimento a desecar.



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Reunir todas las muestras en un contenedor de 200 litros.



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Añadir el polímero.



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Mezclar hasta llegar a flocular el lodo.



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Bombear el lodo dentro del Hanging Bag.



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Recoger, medir y analizar la calidad del agua efluente que ha salido a través del Hanging Bag.



El procedimiento: Ensayos con polímeros

Ejemplo: Resultados del efluente de Residuos Municipales Desecados

Descripción:	Unidad	Afluente	Efluente
Clorato de vinilo	µg/l	<0,5	<0,5
Dicloro-metano	µg/l	<0,5	<0,5
trans-1,2-dicloro etano	µg/l	<0,1	<0,1
1,1 - dicloro etano	µg/l	<0,1	<0,1
1,1- dicloro eteno	µg/l	3,2	<0,1
DQO (NEN 6633)	mg/l	6490	360

Descripción	Unidad	Afluente	Efluente
Crom (ICP) (A) (NEN 6426)	µg/l	40	10
Cobre (ICP) (A) (NEN 6426)	µg/l	40	10
Plomo (ICP) (A) (NEN 6426)	µg/l	40	10
Níquel (ICP) (A) (NEN 6426)	µg/l	40	15
Zinc (ICP) (A) (NEN 6426)	µg/l	80	20
Total de Metales Pesados	µg/l	240	65
V.O.X (GCMS) (WA)	µg/l	3	<1

Hidrocarburos Aromáticos Volátiles:

Benzeno	µg/l	0,28	0,24
Tolueno	µg/l	1,9	<0,2
Ethyl-benzeno	µg/l	0,57	0,48
Xileno	µg/l	<0,5	<0,5
Total BTEX	µg/l	2,7	<1
Componentes no disueltos	mg/l	1200	<10
pH		7	8,9
Kjeldahl-N (NEN 6646)	mg N/l	48	22

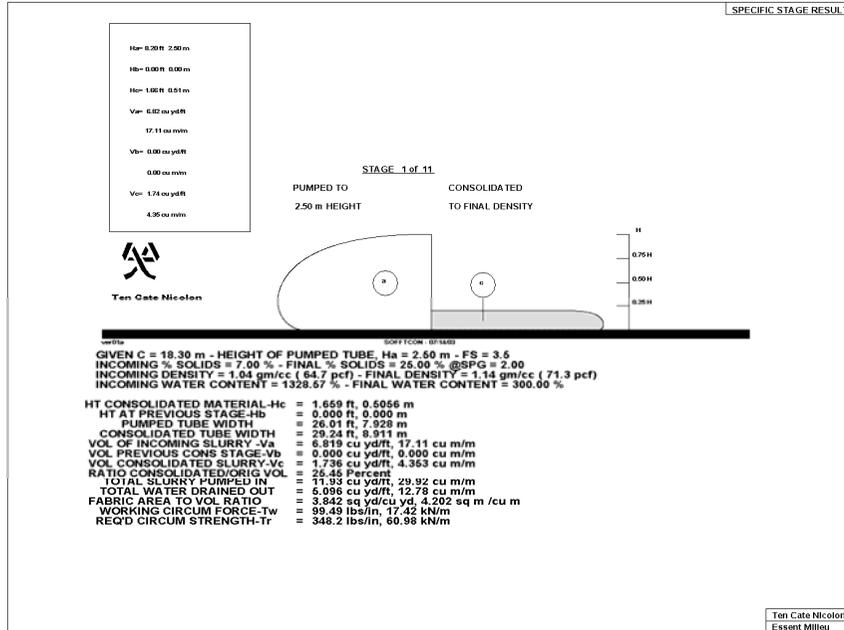
Contenido en Hidrocarburos:

diclorato de etileno	µg/l	<0,1	<0,1
cis-diclorato de etileno	µg/l	<0,1	<0,1
1,2 - dicloropropano	µg/l	<0,2	<0,2
tetracloroetano	µg/l	<0,1	<0,1
tetraclorometano	µg/l	<0,1	<0,1
1,1,1-tricloroetano	µg/l	<0,1	<0,1
1,1,2-tricloroetano	µg/l	<0,1	<0,1
tricloro-eteno	µg/l	<0,1	<0,1
cloroformo	µg/l	<0,1	<0,1

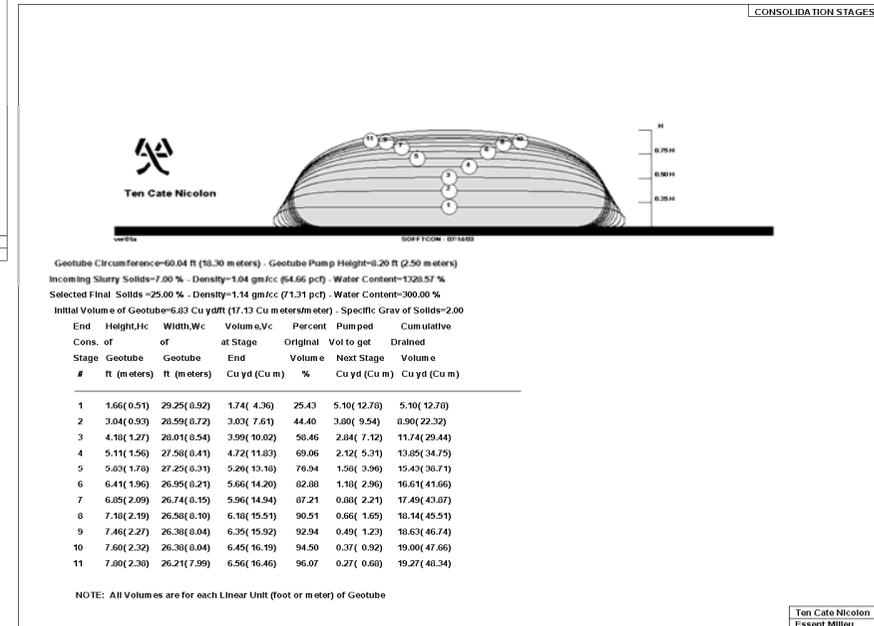
El procedimiento

- El coste de un proyecto de desecado de sedimentos contaminados mediante sistemas de geotubos pueden calcularse únicamente en base a los resultados obtenidos del estudio de los sedimentos y de una serie de ensayos previos, tanto de laboratorio como in situ, a diferentes escalas.
- El ensayo inicial es clave para determinar qué tipo de polímeros son necesarios y determinar su dosificación correcta y eficaz.
- El ensayo "hanging bag" determinará la curva de desecado frente al tiempo y la efectividad del desecado.

El procedimiento: diseño especializado



Dimensiones



Resistencias



07.10.2011 | Experiencia internacional con geotubos para desecar suelos contaminados

TenCate Geosynthetics Iberia | Director | José Luis Cuenca



Rellenado del geotubo



Fase de confinamiento: Rellenado del geotubo con el residuo y los polímeros



Filtrado y desecado del sedimento



Fase de desecado:

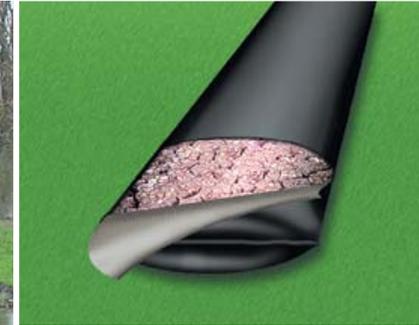
**Drenaje del
agua efluente**

**Gran reducción
de volumen**

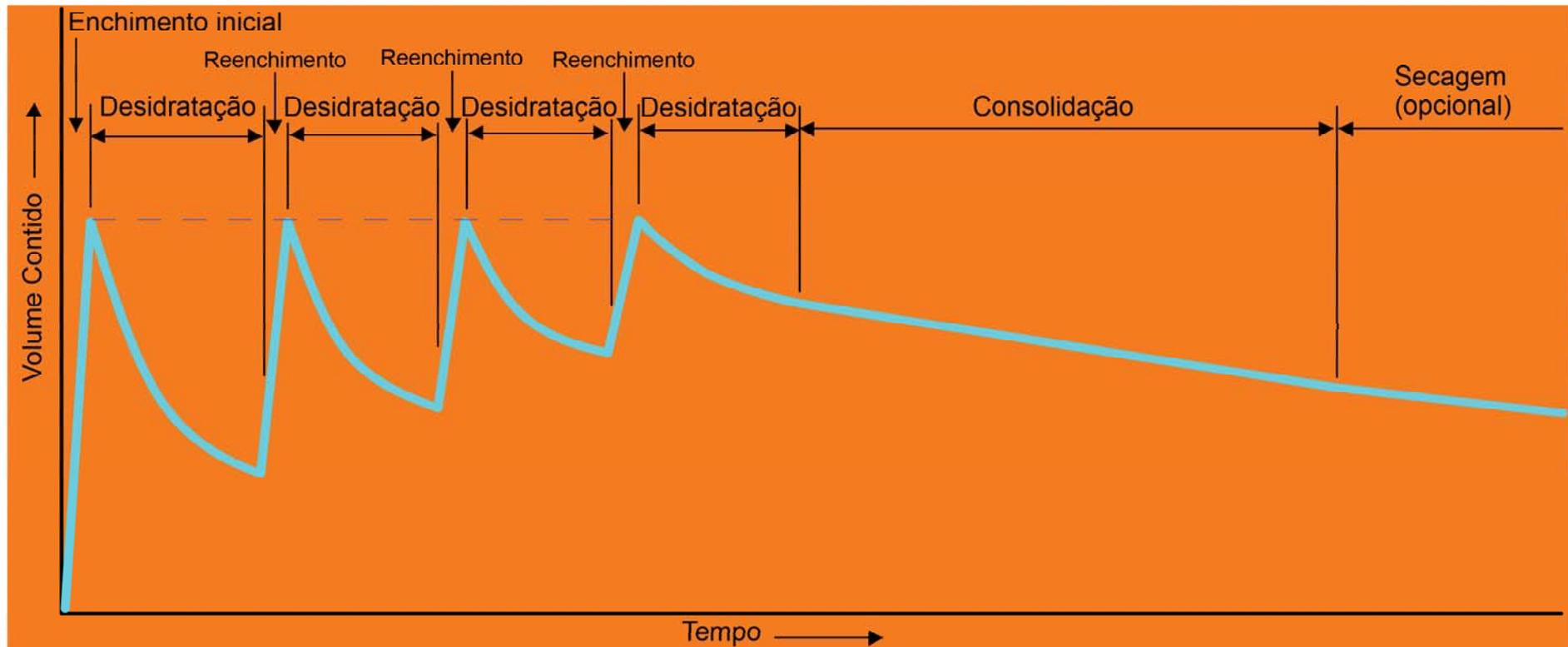
**Ciclos
repetitivos hasta
que el geotubo
está lleno con
sólidos secos**

Confinamiento y posterior extracción del sedimento contaminado

Fase de consolidación:
Drenaje y desecado del relleno confinado



Las fases del sistema de geotubos



Remediación lago contaminado: metales pesados

Planta de munición de la Armada, EEUU

Problema: Un lago con sedimentos contaminados por una fuga desde una factoría de munición.

Solución: El Cuerpo de Ingenieros de la Armada estadounidense decidió usar geotubos como la mejor solución para desecar sedimentos contaminados procedentes del dragado del lago. Su deposición y el coste del transporte se reducirían enormemente.



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

Unas 10 Ha
fueron dragadas
para remover el
sedimento
contaminado.

Contaminantes
eran mercurio,
cobre y plomo.



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

120 Geotubos
fueron instalados
para desecar unos
87.000 m³ de
sedimentos
contaminados.



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

Un método múltiple de llenado de los geotubos se diseñó para este proyecto, de forma que cada rama del sistema podía ajustarse individualmente para controlar el flujo de entrada de sedimentos a cada geotubo.



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

Determinados polímeros se emplean en el proceso de floculación del material dragado, previo al desecado y consolidación dentro del geotubo. El polímero se inyecta dentro de la línea de descarga del sedimento dragado



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

Fueron instalados geotubos de 14m de circunferencia y 68,5m de longitud en una balsa de desecado. El talud de dicha balsa contribuye a canalizar el agua efluente del geotubo.



Remediación lago contaminado: metales pesados

Planta de munición de la Armada, EEUU

Los geotubes se colocaron unos junto a otros. Cada unidad era capaz de desecar 685 m³ de sedimentos contaminados.



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

Para optimizar el espacio asignado para el proceso de desecado, los geotubos fueron colocados superpuestos entre sí



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

Finalmente los geotubos fueron enterrados y clausurados en la propia ubicación.



Remediación lago contaminado: metales pesados Planta de munición de la Armada, EEUU

El agua efluente
fue almacenada
en una balsa
adyacente
temporalmente.

Posteriormente
fue usada para el
riego una vez
analizada y
comprobada su
utilidad.



Remediación río contaminado: PCB + hidrocarburos ConEdison, East River New York, EEUU



Remediación río contaminado: PCB + hidrocarburos ConEdison, East River New York, EEUU



Remediación río contaminado: PCB + hidrocarburos ConEdison, East River NewYork, EEUU



Remediación río contaminado: PCB + hidrocarburos ConEdison, East River New York, EEUU



Remediación río contaminado: PCB + hidrocarburos ConEdison, East River NewYork, EEUU



Remediación del puerto altamente contaminado Arcachon, Francia



07.10.2011 | Experiencia internacional con geotubos para desecar suelos contaminados
TenCate Geosynthetics Iberia | Director | José Luis Cuenca



Remediación del puerto altamente contaminado Arcachon, Francia



Remediación del puerto altamente contaminado Arcachon, Francia



Remediación del puerto altamente contaminado Arcachon, Francia



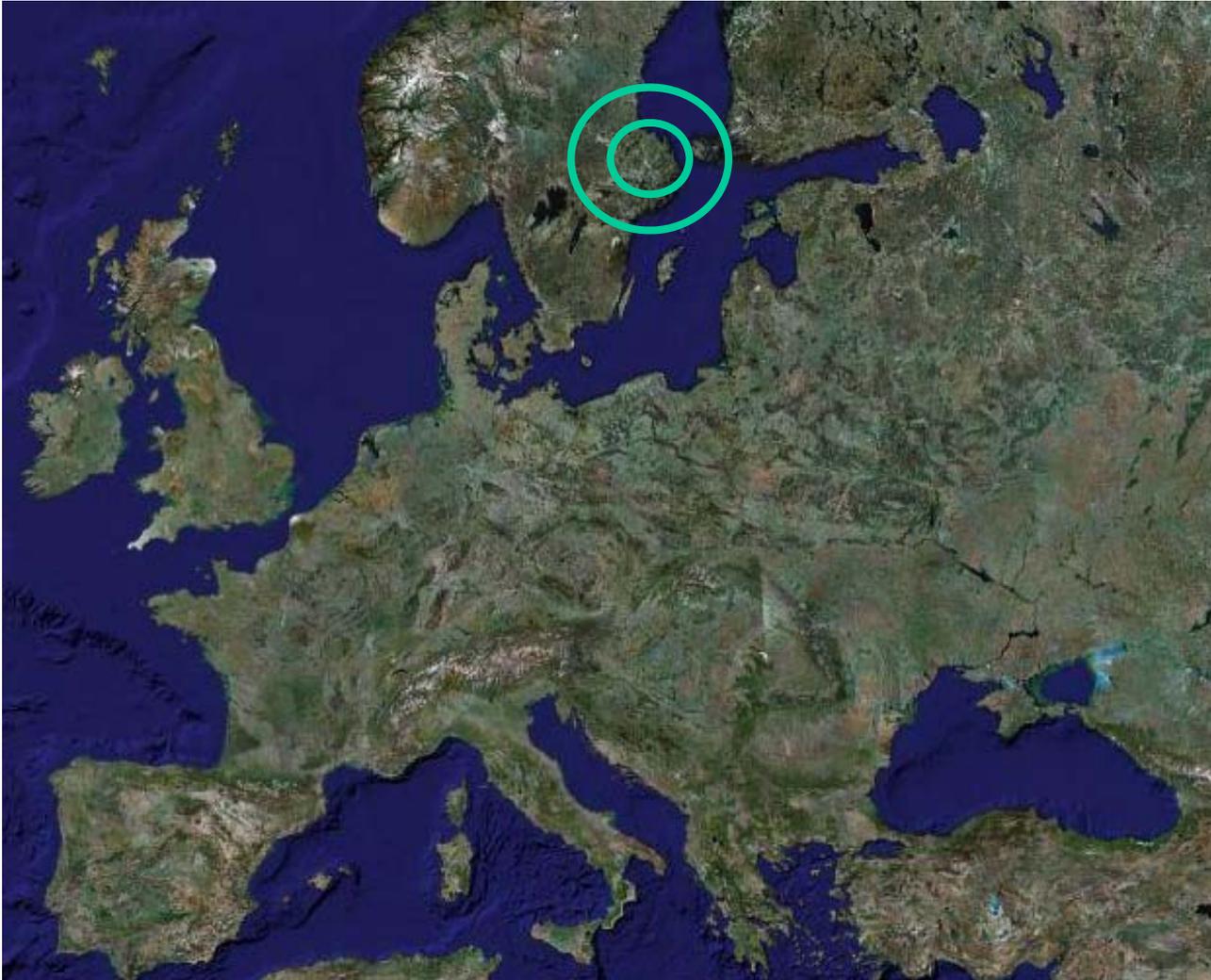
Remediación del puerto altamente contaminado Arcachon, Francia



Remediación del puerto altamente contaminado Arcachon, Francia



Remediación de lago altamente contaminado Svartsjö, Suecia



07.10.2011 | Experiencia internacional con geotubos para desecar suelos contaminados
TenCate Geosynthetics Iberia | Director | José Luis Cuenca



Remediación de lago altamente contaminado Svartsjö, Suecia

El problema: Lago contaminado por fibras de celulosa tratadas con mercurio en medio de un gran bosque



Remediación de lago altamente contaminado Svartsjö, Suecia



La solución:
Sistema de geotubos reducen el volumen del sedimento dragado actuando como sistema filtrante y contenedor.

Tras la consolidación del suelo contaminado se cubrieron y esta zona del bosque quedó totalmente restaurada.

Remediación de lago altamente contaminado Svartsjö, Suecia



Tras el primer llenado, el suelo fue desecado. Los geotubos tuvieron hasta 5 ciclos de llenado para alcanzar el volumen final.

Circunferencia 18 m, longitud 50 m, altura 2 m
Volumen almacenado 600 m³ de lodo por geotubo

Descontaminación de Canal do Fundão y Canal Cunha, Río de Janeiro (Brasil)

El problema:

2.1 millones de m³ de sedimentos contaminados por residuos petroquímicos desde hace años.

6.5 km de olorosos canales serán dragados

**El objetivo:
Cambio visual y muy saludable en 4 años.
(Mundial Fútbol 2014 & Olimpiadas 2016).**



Descontaminación de Canal do Fundão y Canal Cunha, Río de Janeiro (Brasil)

La solución:

Geotubos fue la tecnología elegida por efectividad en tiempo, inversión y resultados.

3 áreas de deposición de los geotubos en zonas sin uso actual en la ciudad universitaria que serán convertidas en grandes parques.

El agua efluente es vertida a la cercana bahía Guanabara.

120 geotubos de 36,5 m de circunferencia y 61 m de longitud formarán cada una de las 4 alturas del sistema que se apoyarán en un terreno reforzado con geosintéticos



Y acabamos con la mente todavía en Río de Janeiro...

La bahía de Sepetiba Bay, al oeste de Río de Janeiro, sufre similares problemas solventados recientemente con geotubos

Más de 550,000 m³ de sedimentos contaminados con PCBs (uno de los doce contaminantes más nocivos fabricados por el ser humano) y metales pesados.



Conclusión

GEOTUBOS SON SISTEMAS GEOSINTÉTICOS PARA EL DESECADO DE SUELOS CONTAMINADOS Y, EN GENERAL, DE MEDIOS CONTAMINADOS O CONTAMINANTES

GEOTUBOS SIGNIFICAN INNOVACIÓN, SOSTENIBILIDAD, ECONOMÍA, SEGURIDAD, AGILIDAD Y FIABILIDAD CONTRASTADAS INTERNACIONALMENTE.



TENGALOS EN CUENTA EN SUS PROXIMOS PROYECTOS



07.10.2011 | Experiencia internacional con geotubos para desecar suelos contaminados

TenCate Geosynthetics Iberia | Director | José Luis Cuenca



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

LES ESPERAMOS EN
VALENCIA

www.eurogeo5.org



5º Congreso
Europeo de
Geosintéticos

DEL 16 AL 19 DE SEPTIEMBRE 2012
VALENCIA



07.10.2011 | Experiencia internacional con geotubos para desecar suelos contaminados
TenCate Geosynthetics Iberia | Director | José Luis Cuenca

